

ANÁLISIS DE LA FLORA DE DUNAS COSTERAS DEL LITORAL ATLANTICO DE MEXICO

SILVIA CASTILLO A.

Laboratorio de Ecología
Facultad de Ciencias, UNAM
04510 México, D.F.

Y

P. MORENO-CASASOLA

Instituto de Ecología, A.C.
Apartado postal 63
91000 Xalapa, Veracruz

RESUMEN

En este trabajo se presenta un análisis de la flora vascular de las dunas costeras del litoral mexicano del Golfo de México y del Mar Caribe, obtenido a través del muestreo de 44 sitios, de la revisión de ejemplares de herbario y de la bibliografía. Con la información se elaboró una base de datos que integra 655 especies pertenecientes a 91 familias. Se determinó el número de especies y géneros por familia, así como la cantidad de especies y de familias presentes en cada sitio de colecta, al igual que las formas de crecimiento. Se enlistan las especies colectadas y su presencia a lo largo de las playas muestreadas del Golfo y Caribe. Se indican los taxa endémicos para México.

ABSTRACT

The object of this paper is to analyze the Mexican coastal flora of the Gulf and Caribbean. Floristic and vegetation analysis of 44 beach sites comprising the Atlantic littoral of Mexico, revision of herbarium specimens (MEXU and XAL) and bibliography was used to obtain information. It was used to build a data base resulting in 655 species and 91 families. Species number per family and per site was obtained. Growth forms, species distribution in microhabitats, presence of species with different distribution or habitat preference (i.e. coastal, belonging to other vegetation types or secondary) are analyzed. Species frequency distribution along the Gulf sites is also discussed. Endemics and new records for Mexico are given. A synthesis of the coastal flora, its composition and problematics are analyzed, within the framework of an ecological point of view.

INTRODUCCION

A lo largo de las costas podemos encontrar distintos tipos de ambientes: playas arenosas, playas rocosas, acantilados, manglares, marismas, esteros, etc. Cada uno de ellos presenta diferentes condiciones (substrato, nutrientes, salinidad, humedad) que limitan el conjunto de especies que se pueden establecer. En general, son sistemas en los que el medio ambiente físico es determinante para el establecimiento y supervivencia de las plantas colonizadoras.

Las costas arenosas, constituidas por una playa y un sistema de dunas o montículos de arena, conforman sistemas frágiles que sirven de límite entre el mar y la tierra. Como tales, se localizan a lo largo de todos los continentes abarcando climas fríos, templados, subtropicales y tropicales. La característica fundamental que los define es la presencia de un substrato arenoso, móvil en diverso grado, producto primero de la acción del mar y segundo del viento. El tamaño de los granos varía desde muy fino hasta grueso, y en ocasiones éstos están mezclados con grandes pedazos de conchas. La topografía de los distintos sistemas es heterogénea. Sin embargo, el substrato tiene ciertas características (movilidad, baja capacidad de retención del agua, pobreza de nutrientes) que delimitan conjuntos particulares de especies que pueden establecerse bajo estas condiciones. Tales conjuntos varían en función de patrones macroclimáticos: así la flora de dunas costeras de regiones de clima templado es totalmente distinta de la de zonas tropicales.

En México, desde el punto de vista ambiental, la flora que habita el litoral se localiza bajo gran variedad de condiciones. La costa Atlántica se extiende a lo largo de diversos climas dándose la principal variación en la cantidad de precipitación (600 mm en el noroeste de Yucatán a 2500 mm en Tabasco) y en la presencia de heladas en el norte de Tamaulipas. La temperatura media anual en todos los casos es alta (entre 24 y 28°C). Un factor que se modifica de manera importante a nivel del Golfo de México y del Mar Caribe es el origen de la arena, que es predominantemente silíceo en el primer caso y calcáreo en el segundo. Finalmente la topografía también cambia a lo largo de la costa, concentrándose una mayor diversidad de ambientes en el centro de Veracruz y norte de Tamaulipas (Moreno-Casasola y Castillo, 1991).

Rzedowski (1991) calcula que el número de fanerógamas en México es aproximadamente de 22,000 especies. Los intentos de cuantificar la riqueza florística de nuestro país se han encontrado no solamente con el hecho de que un número significativo de plantas no han sido descritas, sino que a menudo ni siquiera han sido descubiertas. Existen floras con información razonablemente completa, que abarcan diferentes porciones del territorio nacional y que fueron elaboradas con un enfoque regional. Otras contribuciones importantes al conocimiento de la riqueza vegetal mexicana se han dado a través de listados florísticos que generalmente se realizan a nivel local o justifican algún estudio particular. Estos muchas veces aparecen como parte de artículos o libros más extensos. Es poco afortunado que muchos inventarios nunca sean publicados quedando como informes internos, presentaciones en congresos o guardados en algún cajón.

A pesar de que se ha avanzado en el conocimiento y estudio taxonómico de la flora mexicana, existen pocas aportaciones a nivel de ambientes ecológicos particulares a lo largo de regiones extensas, a través de cuyo análisis se puedan sentar las bases para evaluar los recursos existentes y establecer pautas de manejo y conservación. Un inventario florístico ofrece la oportunidad de ver el conjunto de las especies bajo diferentes enfoques. En el presente caso se ha circunscrito al sistema denominado playa y dunas costeras que se localiza a lo largo de todo el litoral atlántico de México. La elaboración de una flora es por sí misma de gran importancia para el uso de los recursos naturales, pero no es suficiente. Posterior a este primer paso es necesario contar con la información de apoyo acerca de la ecología de las principales especies que nos permita sugerir políticas para su manejo. El conocimiento de la flora en un amplio tramo de su área de distribución, así como de su variabilidad regional darán elementos importantes para su conservación y utilización.

En la presente contribución se busca plantear una visión integral de la flora vascular que habita las playas y dunas del litoral oriental de México, de su riqueza, particularidades de su composición y distribución de especies a lo largo de la costa, todo ello dentro de un marco ecológico dado por el tipo de ecosistema. La irrestricta destrucción que mediante los desarrollos turísticos costeros produce actualmente el hombre en la biota de las dunas y playas del país hace necesario contar con información regional que permita plantear programas de manejo apropiados y conservación de su flora.

METODOLOGIA

Se elaboró una lista florística que conjunta la información siguiente:

a) colectas realizadas en 36 localidades a lo largo del litoral del Golfo y Caribe que corresponden a México, con respaldo de un importante análisis de vegetación efectuado a base de levantamientos en los que se registraron características ambientales y valores cuantitativos para cada especie utilizando una escala de abundancia-cobertura propuesta por Westhoff y van der Maarel (1978). Esta información ha sido publicada por Castillo et al. (1991), García (1982), García (1987), Moreno-Casasola et al. (1982), Moreno-Casasola y Espejel (1986) y suman un total de 397 especies. En el Apéndice 1 se enumeran y se indica su localización en los 36 sitios.

b) listados derivados de los estudios florísticos y de vegetación llevados a cabo en 8 sitios de la costa del Caribe mexicano muestreados con la misma metodología que los anteriores, tomados de las contribuciones de Espejel (1984) y de Moreno-Casasola y Espejel (1986). Con esta información se tienen datos para un total de 44 sitios y 492 especies.

c) listados derivados de la revisión de trabajos de otros autores que han colectado o muestreado con metodologías diversas las playas de la zona de estudio (Bonet y Rzedowski, 1962; Flores, 1983; González-Medrano, 1972; Poggie, 1962; Puig, 1976; Sauer, 1967; West et al., 1969).

d) datos de colectas extraídos mediante la revisión de los herbarios MEXU y XAL, que permitieron enriquecer y corroborar la información obtenida tanto en el campo como en la bibliografía. De esta manera se incrementó el número de especies a 655.

Se diseñó y se integró una base de datos con la siguiente información: 36 localidades del inciso a, más 27 localidades de los incisos c y d. Esto suma 63 localidades para el litoral del Golfo de México. Para el Caribe se incorporaron las 8 localidades del inciso b, y 20 localidades de los incisos c y d, sumando un total de 28 localidades. La base de datos integrada de esta manera (91 localidades, 655 especies) nos permite un manejo diferencial de la información y de una manera sencilla, ya que los datos recabados como se mencionó anteriormente, no proceden de la misma fuente y por lo tanto no son homogéneos. Asimismo, esta base de datos permitirá que investigaciones futuras, hipótesis no planteadas de antemano o simplemente el análisis estadístico de datos pueda extraerse fácilmente y convertirse así en una herramienta útil en la selección y manejo de la información.

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo con lo asentado en el Cuadro 1 y tomando en cuenta los 91 sitios para los que se tienen datos, se registraron 655 especies, 353 géneros y 91 familias de fanerógamas. Como puede verse en el Cuadro 2, más de la mitad de estas especies (67.3-68.8%) pertenece a un grupo muy pequeño de familias (16). En las gráficas de la Figura 1 se proporciona el número de especies de cada una de las 91 familias. Se indica asimismo la afinidad fitogeográfica de cada familia, y de acuerdo con el recuento correspondiente, se observa que predominan las de distribución tropical (59), con un menor número las cosmopolitas (26), y únicamente 6 mayormente ligadas con zonas de clima templado. A este respecto cabe comentar que por encontrarse la porción norte de nuestro país en la zona subtropical, se comparten varios géneros y especies con los sistemas de dunas costeras de latitudes más elevadas del hemisferio boreal, como es el caso de *Croton punctatus*, *Oenothera drummondii*, *Cakile geniculata*, *Fimbristylis castanea* y *Pluchea odorata* (Moreno-Casasola, 1988).

Cuadro 1. Número de familias, géneros y especies registradas de la flora de dunas costeras del litoral mexicano del Golfo y del Mar Caribe. La información se presenta para las distintas agrupaciones de sitios de colecta descritos en la Metodología. Las 91 localidades incluyen el total de la flora citada en la base de datos (información recabada en el presente proyecto, en publicaciones y en revisiones de herbario), y su subdivisión en 63 sitios del Golfo (Tamaulipas, Veracruz y Tabasco) y 28 del Caribe (Campeche, Yucatán y Quintana Roo). Los 44 sitios agrupan la información del presente trabajo y la publicada en Espejel (1984) y en Moreno-Casasola y Espejel (1986), toda ella obtenida con la misma metodología e intensidad de muestreo. En la sección de Metodología viene una descripción más detallada.

	91 sitios Golfo y Caribe	63 sitios Golfo	28 sitios Caribe	44 sitios Golfo y Caribe
Familias	91	84	64	86
Géneros	353	279	206	305
Especies	566	486	324	492

El número de especies y de familias inventariadas en cada uno de los 44 sitios de muestreo es muy variable (Fig. 2), pues hay localidades muy pobres (con sólo 16) y otras muy ricas (con 155 y 112 especies). Se puede ver una tendencia general hacia una mayor riqueza en el estado de Veracruz y en la Península de Yucatán. Tamaulipas, Tabasco y Campeche tienen sistemas de dunas con valores menores. Esta variación, registrada en distintas playas del litoral, posiblemente esté correlacionada con factores ambientales e historias de uso propios de cada localidad (intensidad de aprovechamiento, grado de estabilización, riqueza de hábitats, cercanía de vegetación que sirva como fuente de propágulos) así como con factores geográficos -clima, tipo de suelo, intensidad de vientos y de aspersion salina- (Moreno-Casasola, 1988 y 1991; Espejel, 1987; Castillo y Moreno-Casasola, 1996).

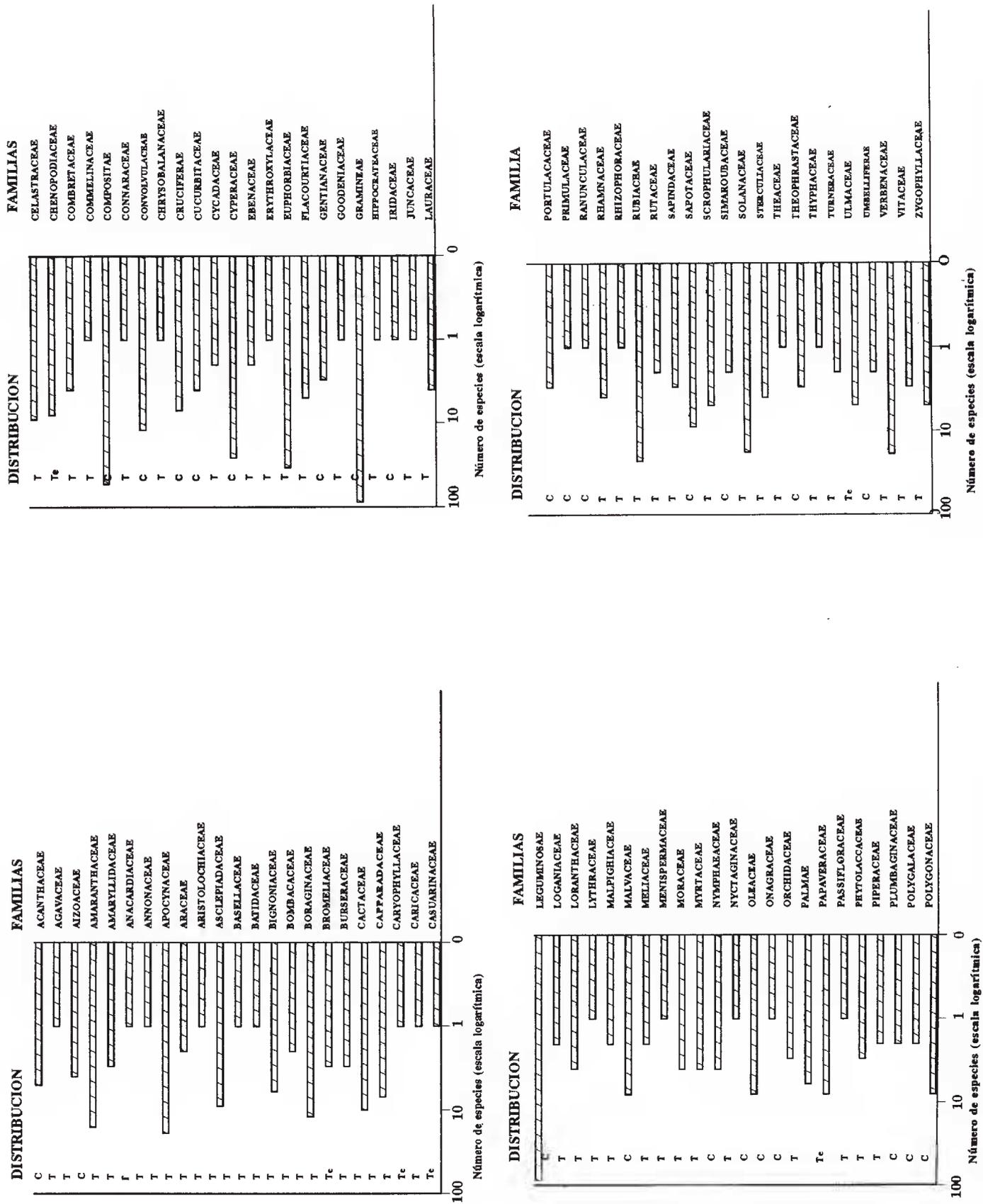


Fig. 1. Número de especies registradas en las 91 familias representadas. Se indica también la distribución predominante de cada una de las familias (T: tropical; Te: templada; C: cosmopolita).

Cuadro 2. Familias representadas por un alto número de géneros y especies y porcentaje que representan del listado florístico. Se presenta el total de la información de los 91 sitios incluidos en la base de datos y la información para los 44 sitios que incluyen únicamente los registros obtenidos en los trabajos de vegetación realizados con la misma metodología (ver la leyenda del Cuadro 1).

Familias	Número de especies		Número de géneros
	No. (% del total) 44 sitios 492 especies	No. (% del total) 91 sitios 655 especies	No. (% del total) 91 sitios 353 géneros
Gramineae	74 (15.00)	87 (13.28)	34 (9.63)
Leguminosae	59 (11.99)	86 (13.12)	37 (10.48)
Compositae	43 (8.73)	53 (8.09)	37 (10.48)
Euphorbiaceae	26 (5.28)	34 (5.19)	11 (3.11)
Cyperaceae	24 (4.87)	26 (3.96)	6 (1.69)
Rubiaceae	19 (3.86)	23 (3.51)	13 (3.68)
Amaranthaceae	14 (2.84)	16 (2.44)	8 (2.26)
Solanaceae	12 (2.43)	18 (2.75)	5 (1.41)
Verbenaceae	11 (2.23)	19 (2.90)	10 (2.83)
Apocynaceae	11 (2.23)	19 (2.90)	14 (3.96)
Convolvulaceae	9 (1.83)	12 (1.83)	6 (1.69)
Cactaceae	8 (1.62)	10 (1.52)	8 (2.26)
Boraginaceae	8 (1.62)	12 (1.83)	3 (0.84)
Asclepiadaceae	7 (1.42)	9 (1.37)	5 (1.41)
Nyctaginaceae	7 (1.42)	8 (1.22)	5 (1.41)
Sapotaceae	7 (1.42)	9 (1.37)	4 (1.13)
Total	339 (68.79%)	441 (67.28%)	206 (58.27%)

A partir del listado global (Apéndice 1) se analizó el número de especies que se distribuyen únicamente en el litoral del Golfo de México, indicadas en el Apéndice 1 con una G, en el del Caribe señaladas con la letra C o que se conocen de ambos sectores, marcadas con G-C. De las 397 especies (ver inciso a en la sección de Metodología) se encontró que 216 (54.4%) están restringidas al litoral del Golfo de México, aunque muchas de ellas sólo se registraron en uno o dos sitios. Únicamente 16.6% (66 especies) se distribuye en las costas del Caribe y 28.9% (115 especies) se encuentra en las dos partes. Lo anterior indica que la composición de la vegetación de playas y dunas de los dos sectores es muy distinta y realmente cabe considerar la existencia de dos floras diferentes. El número de especies que se distribuyen en la Península seguramente es mayor, como lo indican los datos de Espejel (1984) que no se incorporaron al Apéndice 1 en este análisis. A pesar de que no se puede hablar de un sitio geográfico específico donde se da el cambio de la flora, sino más bien de una transición paulatina, se tomó como punto de división la localidad de Emiliano Zapata en Tabasco. Tal decisión relativamente arbitraria se basa en el hecho de que este lugar separa áreas de características diferentes de suelo (contenido de carbonato de calcio) y en la distribución de especies características de cada región (Castillo, 1984).

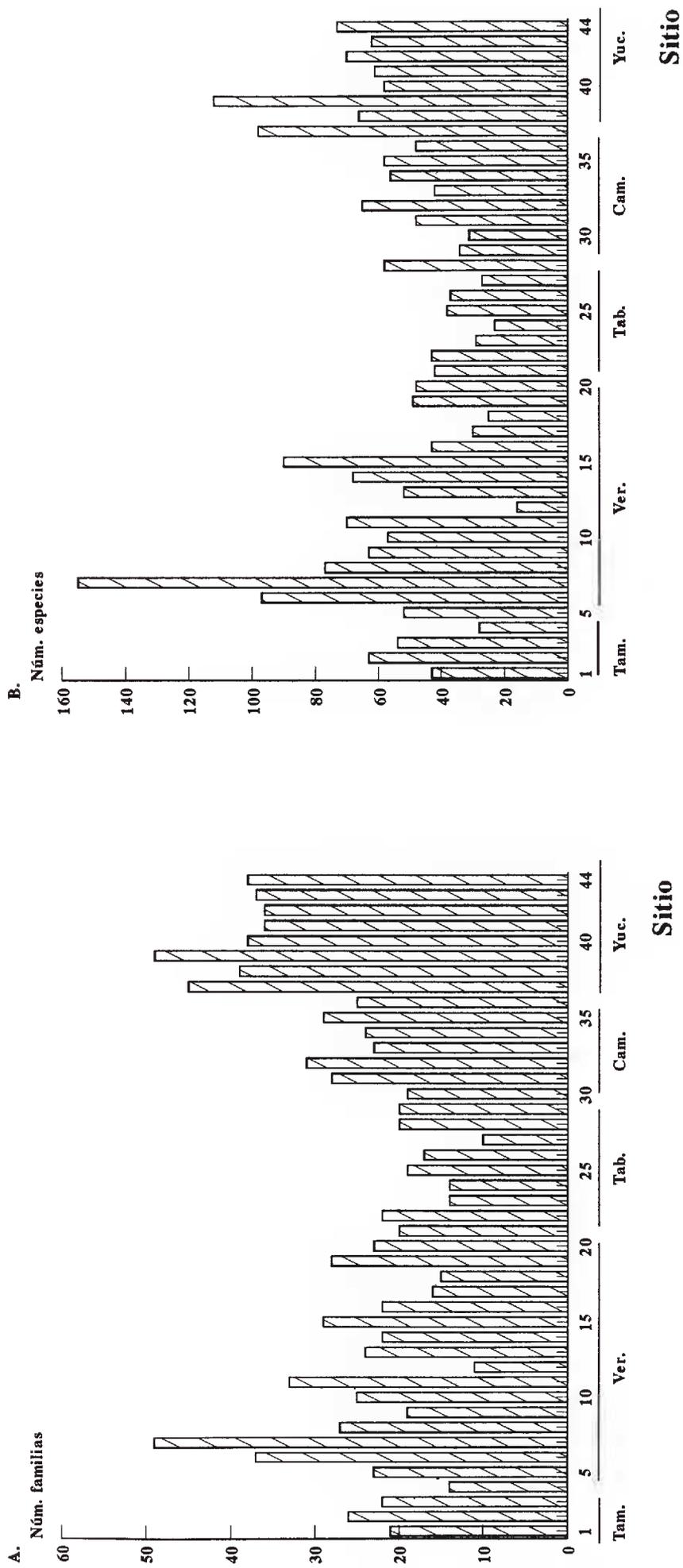


Fig. 2. Número de familias (A) y número de especies (B) registradas en cada uno de los sitios de muestreo a lo largo del litoral del Golfo de México y Caribe de la porción perteneciente a México. Las abreviaciones y la extensión de la línea abarcan las localidades muestreadas en cada estado: Tam. (Tamaulipas), Ver. (Veracruz), Tab. (Tabasco), Cam. (Campeche), Yuc. (Yucatán).

Un elemento más para entender la variación florística es la incidencia de las especies a lo largo del litoral. En la Figura 3 puede verse que la mayoría de ellas tiene una localización restringida a pocos sitios, en tanto que sólo algunas están ampliamente representadas como es el caso de *Ipomoea pes-caprae* y *Sesuvium portulacastrum*. A partir de esta gráfica se puede ver que la riqueza local y por tanto la variación que se da entre los sitios, es producto de una gran cantidad de especies que sólo están presentes en uno o dos lugares. El número registrado en cada inventario es producto de un grupo de plantas relativamente abundantes y ampliamente distribuidas en la costa y de otro gran conjunto de elementos poco frecuentes. Algunas de ellas sólo se encontraron en un sitio de la costa, aunque a menudo son mucho más abundantes tierra adentro. Por ello, el valor total censado para las 44 localidades de muestreo (492 especies) se elevará al incrementarse las zonas de estudio; se seguirá manteniendo el conjunto de plantas de amplia distribución y será mayor el de las localizadas en sólo uno o dos sitios.

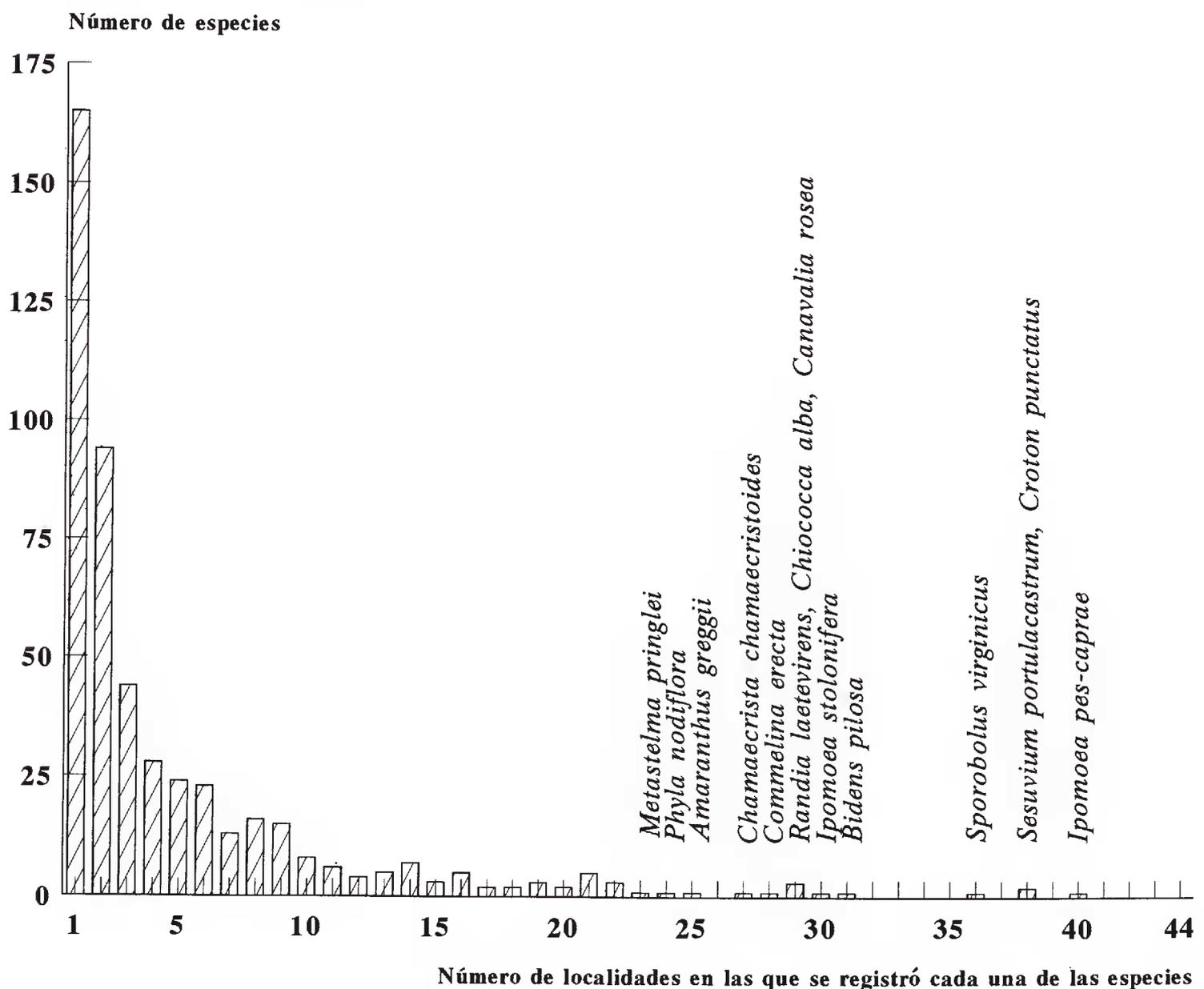


Fig. 3. Frecuencia de la distribución de especies por localidad, donde puede observarse que la mayoría de las especies sólo se presentan en uno o dos sitios, mientras que muy pocas están en más de la mitad de las localidades (25 a 44 playas). Aparecen los nombres de las especies de más amplia distribución.

Abarcando desde la playa hasta las zonas estabilizadas ocupadas por pastizales y selvas, y teniendo como común denominador un suelo arenoso, la flora costera del litoral oriental de México está formada por un alto número de especies (655 inventariadas hasta el momento), cantidad que se incrementará conforme se incorpore la información de nuevos sitios de estudio. Un primer paso en el análisis de esta riqueza florística y de las razones de su existencia se da en función de las afinidades ecológicas de especies que colonizan los ambientes estudiados. Dentro del mosaico ambiental de las dunas existe un amplio abanico de condiciones que van desde las zonas con factores extremos que limitan drásticamente el número y tipo de especies (playas y dunas móviles), hasta aquellas con suficiente humedad y nutrientes como para formar comunidades ricas y complejas estructuralmente (pastizales y matorrales de las zonas estabilizadas). Con base en revisiones de herbario, se subdividió a las especies registradas en tres categorías, según su distribución y frecuencia en diversos tipos de comunidades (Castillo y Moreno-Casasola, 1996):

i. especies costeras, distribuidas de manera esencial en el litoral, preferentemente sobre suelos arenosos, pero también en manglares y marismas y que sólo de manera muy ocasional se encuentran tierra adentro, por ejemplo, sobre lechos arenosos de ríos; están claramente adaptadas a sobrevivir y reproducirse ventajosamente bajo las condiciones ambientales y biológicas imperantes en las dunas.

ii. especies propias de la vegetación secundaria o ruderales, frecuentemente localizadas en zonas perturbadas o alteradas por la actividad del hombre, como son cultivos, orillas de carreteras, parcelas abandonadas, comunidades en regeneración.

iii. especies que habitan preferentemente otros tipos de vegetación tierra adentro e invaden ambientes adecuados de las dunas para establecerse.

Así, podemos ver en el Cuadro 3 que dentro del conjunto de las plantas registradas hay una proporción alta de elementos pertenecientes a las dos últimas categorías (frecuentes en otras comunidades y propias de la vegetación secundaria o ruderal) y una cantidad bastante más reducida de especies costeras. Estas tendencias se mantienen al incrementarse el número de sitios de análisis. La figura 3 muestra que numerosas plantas eminentemente costeras son las que tienen una distribución amplia, encontrándose en muchas localidades, mientras que la gran mayoría de las especies sólo se presentan en uno o dos sitios. Vale la pena aclarar que hubo un porcentaje bajo de elementos (2.2%) a las que no se les pudo asignar una categoría específica.

Cuadro 3. Número de especies pertenecientes a cada una de las tres categorías en función de su afinidad ecológica. Las costeras son aquellas restringidas a ambientes del litoral, las ruderales o propias de comunidades secundarias son aquellas que han sido colectadas frecuentemente en zonas perturbadas o acahualas, y las terceras son aquellas esencialmente propias de comunidades no costeras como bosques, selvas bajas, pastizales.

Afinidad ecológica	44 sitios	% con respecto a 492 especies	91 sitios	% con respecto a 655 especies
Costeras	64	13.0	71	10.8
Propias de comunidades secundarias	172	34.9	237	36.1
Propias de comunidades no costeras	245	49.7	336	51.2
Sin asignación a una categoría específica	11	2.2	11	1.6

La complejidad topográfica de los sistemas de dunas resulta ser un factor ecológico primordial, ya que la variabilidad en la misma trae como consecuencia un extenso desarrollo de hábitats que van desde los terrenos inundables hasta aquellos en los que el manto freático está fuera del alcance de las plantas, de sitios donde el substrato es móvil hasta totalmente fijo, algunos muy pobres hasta otros con bastante materia orgánica y nutrientes. Esta gran variedad de condiciones también favorece la alta riqueza de especies. A grandes rasgos cabe diferenciar tres grandes tipos de ambientes:

i. ambiente de dunas costeras activas en donde predomina un substrato móvil de arena y mayor salinidad; incluye varios hábitats, como la franja de pioneras (playa y dunas embrionarias), el primer cordón de dunas y las zonas móviles.

ii. ambiente de hondonadas en las que se presenta un alto contenido de humedad edáfica y las raíces frecuentemente están en contacto con la arena húmeda (hábitat de hondonadas húmedas) y puede haber inundaciones durante varios meses (hábitat de hondonadas inundables).

iii. ambiente estabilizado, donde los factores físicos ya no son extremos (no hay movimiento del substrato, la fluctuación de temperatura y humedad es más baja, la cantidad de nutrientes es mayor), y las interacciones biológicas incrementan su importancia. En sistemas de topografía sencilla, detrás del primer cordón de dunas aparece una zona protegida, donde la influencia marina disminuye notablemente. Tierra adentro, aún sobre un substrato arenoso, se tienen zonas totalmente estabilizadas con pastizales, matorrales y selvas. De ahí la presencia de especies de selva como *Brosimum alicastrum* y *Cedrela odorata* en el Apéndice 1.

En la Figura 4 se muestra la proporción de especies que habitan en cada uno de los ambientes en los 44 sitios estudiados. Los valores se calcularon a partir del número de componentes efectivamente registrados en cada ambiente de determinada localidad, de manera que cuando una especie existe en dos ambientes, es contabilizada dos veces. Los resultados resumidos en el Cuadro 4 muestran que la riqueza florística está dada en buena

Cuadro 4. Número de especies y familias que se registraron en cada uno de los tres ambientes principales (costeros, de hondonadas y estabilizados) y sus respectivos hábitats en las dunas costeras estudiadas. Ver texto para mayor explicación.

Ambiente	Hábitat	44 sitios		91 sitios	
		Número de especies	Número de familias	Número de especies	Número de familias
Costero	playa y dunas embrionarias	11	7	17	7
	primer cordón	61	20	68	21
	dunas móviles	21	5	25	5
Hondonada	hondonadas húmedas	134	34	164	38
	hondonadas inundadas	14	8	14	8
Estabilizado	zonas protegidas	156	35	209	44
	zonas estabilizadas	253	66	336	68

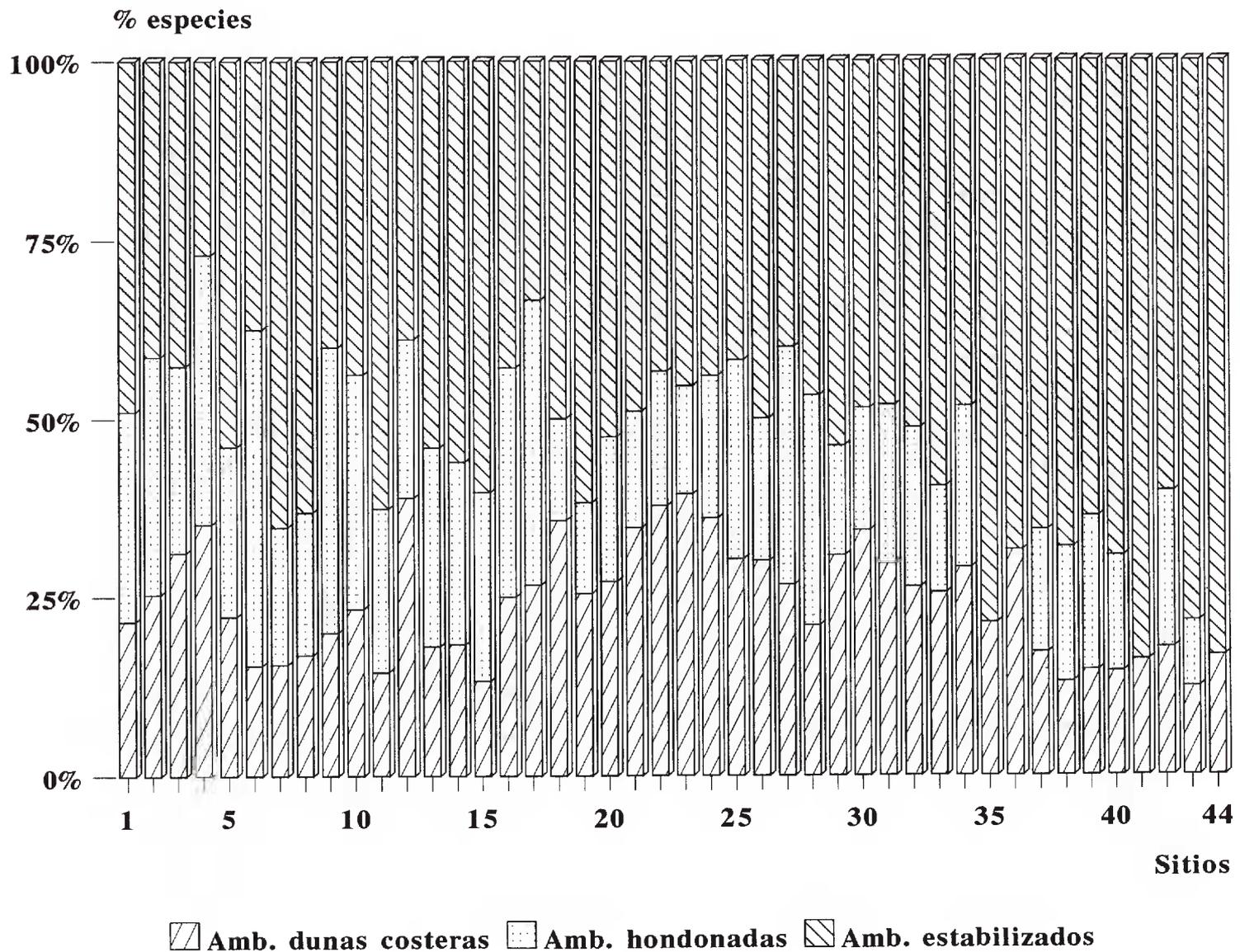


Fig. 4. Porcentaje de especies presentes para cada uno de los 3 ambientes principales (ambiente de dunas sujeto a altas tasas de movimiento de arena y en ocasiones salinidad; ambiente de hondonadas sujeto a las fluctuaciones del manto freático; y ambiente estabilizado, donde hay una alta cubierta de vegetación y factores físicos como el movimiento de arena, la salinidad y la inundación no son determinantes). Solamente se incluyen los datos para las 44 localidades en las cuales teníamos la certeza de esta información.

parte por la gran cantidad de componentes que prosperan en las zonas estabilizadas, aunque su número es muy fluctuante ya que varía entre 11 y 122 especies; en los otros dos ambientes el intervalo es de 0 a 50. Es importante hacer notar que las hondonadas no se encuentran en los sitios 35, 36, 41 y 44.

En el Cuadro 4 se muestra el número de taxa para cada uno de los ambientes de los sitios del Golfo y Caribe. Se puede observar que donde las condiciones son más drásticas (por el movimiento de arena, la salinidad, o la inundación) existe un menor número de especies, comparado con el valor presente en las zonas estabilizadas y protegidas. Algunos de estos hábitats tienen una distribución más restringida, por ejemplo en el Caribe son muy raras las dunas móviles y las hondonadas inundables. Lo mismo sucede en el hábitat de las playas, aunque en este caso obedece a que en este ambiente aparecen las

especies de más amplia distribución (Fig. 3); asimismo, es menor el número de especies adaptadas a tales condiciones. En cambio, en los ambientes estabilizados es donde se produce un gran incremento en el número de especies conforme se añaden nuevos sitios.

En el Cuadro 5 se ilustra de manera cuantitativa la representación de cada una de las formas de crecimiento registradas. Predominan las plantas herbáceas en general, que comprenden 49.2%, o sea casi la mitad de las especies. Dentro de ellas, las herbáceas erectas y amacolladas tienen los valores mayores. Los árboles y arbustos están representados por un porcentaje relativamente alto, 39.9%. La Figura 5 muestra las proporciones de especies de las diferentes formas de crecimiento en cada uno de los tres principales ambientes. Se puede observar que las formas herbáceas son las que caracterizan fisonómicamente el ambiente costero y el de hondonadas, en tanto que en las zonas estabilizadas dominan los elementos arbóreos y arbustivos. Las epífitas y parásitas son las de distribución más restringida; estas últimas sólo se localizan en zonas estabilizadas.

Cuadro 5. Número de especies y porcentaje de la flora que comprende cada forma de crecimiento. Se presenta para el total de los sitios incorporados en la base de datos (91) así como para el total de sitios trabajados con la misma metodología (44).

Formas de crecimiento	Número y % de especies con respecto a 44 sitios	Número y % de especies con respecto a 91 sitios
Arboles	75 15.2	95 14.5
Arbustos	72 14.6	97 14.8
Arbustos trepadores	19 3.8	22 3.4
Subarbustos	11 2.2	12 1.8
Suculentas	24 4.8	28 4.3
Epífitas	02 0.4	4 0.6
Parásitas	03 0.6	3 0.5
Herbáceas erectas	85 17.2	104 15.8
Herbáceas amacolladas	59 11.9	65 9.9
Herbáceas arrosetadas	38 7.7	40 6.1
Herbáceas postradas	21 4.2	28 4.3
Herbáceas rastreras	12 2.4	21 3.2
Herbáceas trepadoras	27 5.4	34 5.2
Sin especificar	44 8.9	102 15.6
Totales	492 99.3	655 100

A lo largo de este estudio se detectó la existencia de algunos endemismos como *Chamaecrista chamaecristoides* (con algunas poblaciones en el litoral Pacífico de México, según Martínez (1994), *Trachypogon gouini*, *Palafoxia lindenbergii* y *Amaranthus greggii*, que llegan a ser elementos importantes en las zonas móviles y playas del Golfo de México (Moreno-Casasola, 1988; Sauer 1967). Las cuatro especies restringen su distribución a dunas costeras, por lo que se les puede considerar endémicas del bioma correspondiente.

Este número es sumamente bajo si se compara con los porcentajes calculados para otros tipos de vegetación en México. Sin embargo, si se añaden los encontrados por Espejel (1987) para la vegetación costera del Mar Caribe (aunque varias de éstas habitan también otras comunidades de la Península de Yucatán, como las selvas bajas), se obtiene un total de 19 especies.

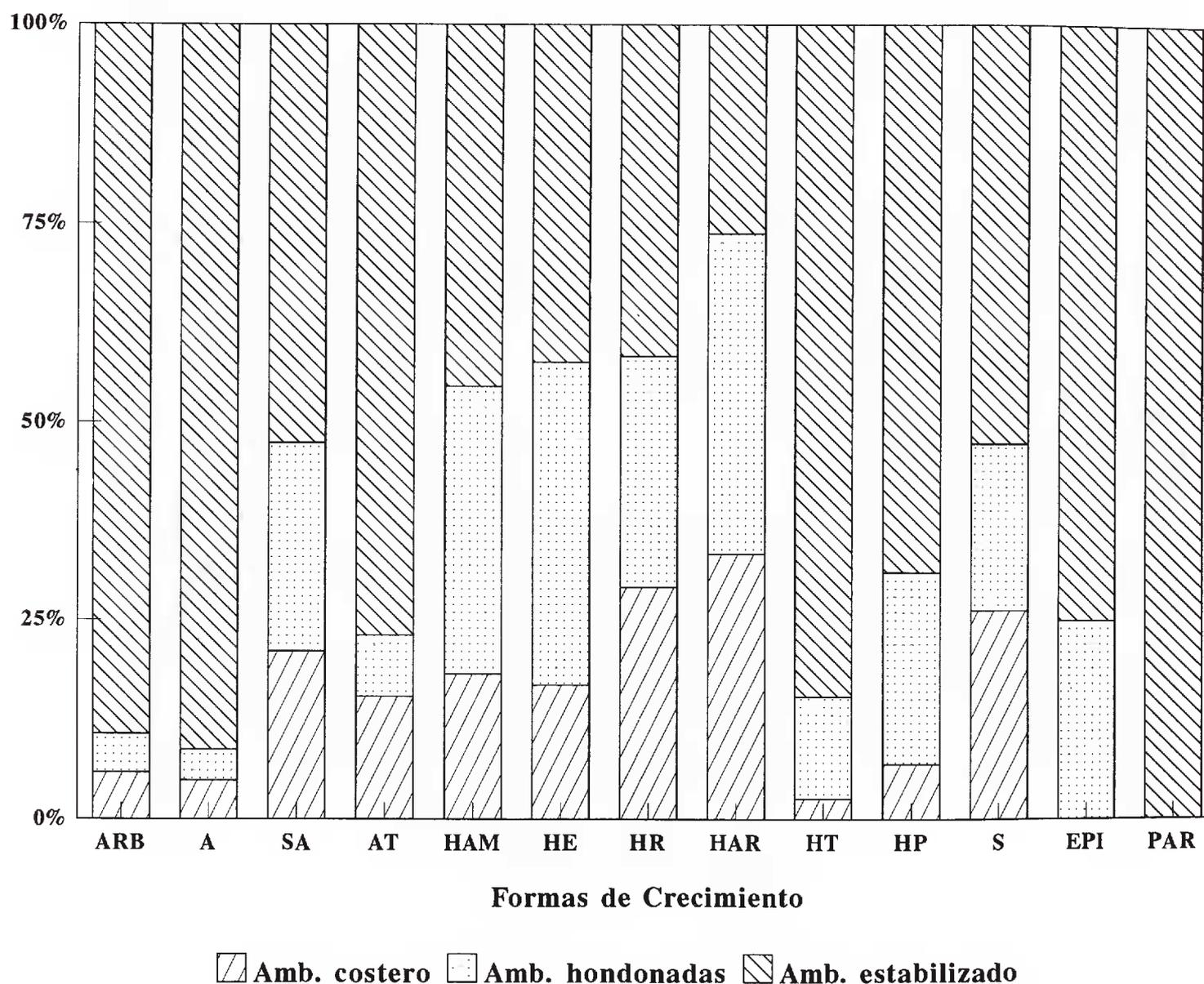


Fig. 5. Proporción de especies correspondientes a cada una de las formas de crecimiento registradas en cada uno de los tres principales ambientes (costero, de hondonadas y estabilizado). ARB: árboles, A: arbustos, SA: subarbustos, AT: arbustos trepadores, HAM: herbáceas amacolladas, HE: herbáceas erectas, HR: herbáceas rastreras, HAR: herbáceas arrosetadas, HT: herbáceas trepadoras, HP: herbáceas postradas, S: suculentas, EPI: epífitas, PAR: parásitas.

La existencia del mosaico ambiental ejerce una importante selección sobre el conjunto de plantas que colonizan las dunas y permanecen en ellas, constituyendo un elemento determinante de la riqueza florística. La presencia y la distribución de las diferentes condiciones físicas y tipos de perturbación dados por el movimiento de arena y por la fluctuación del manto freático (Martínez y col., en prensa) es variable en el tiempo y espacio,

y depende no sólo de la geomorfología del sistema particular y de las fuentes de arena, sino también del grado de estabilización del mismo. La dinámica propia de los sistemas de dunas permite la existencia de ambientes muy particulares que favorecen la permanencia de especies costeras (en los ambientes donde predomina el movimiento de arena) y de plantas características de la vegetación secundaria y/o provenientes de otras comunidades, principalmente en los médanos estabilizados.

La distribución de las dunas a lo largo de casi 2000 km de costa y el rápido deterioro de la vegetación en las mismas, debido al uso que el hombre hace de ellas, apuntan hacia la necesidad de realizar un mayor esfuerzo de colecta con el fin de completar el registro de su flora. Cabe agregar que ya quedan escasos remanentes de las selvas medianas que anteriormente ocupaban las zonas de dunas (como la de la región de La Mancha), por lo que contamos con poca información acerca de estas comunidades.

Como se ha visto a lo largo del presente análisis, es obvio que existen importantes diferencias de composición florística a lo largo de las costas mexicanas del Golfo y del Mar Caribe (Moreno-Casasola, 1988; Moreno-Casasola y Castillo et al., 1992). Las plantas que habitan las dunas, y por lo tanto sus interacciones, su vulnerabilidad y la dinámica que presentan dentro del sistema, son diferentes en función de las condiciones climáticas y del tipo de arena presente. Lo anteriormente expuesto hace que las dunas presenten una problemática particular que repercute en la riqueza de especies de las comunidades que las colonizan y en sus perspectivas de conservación.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos hacer patente nuestro agradecimiento a Fuensanta Rodríguez por la participación en la colecta y muestreo de la vegetación, al personal del MEXU que ayudó en la identificación de los ejemplares botánicos, a Olga Alvarez por su participación en la creación de la base de datos. Este trabajo es una contribución a la Red de Biodiversidad de Ecosistemas Costeros de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) y fue parcialmente apoyado por los proyectos CONACYT no. 3465-N y 1830P-N.

LITERATURA CITADA

- Bonet, F. y J. Rzedowski. 1962. La vegetación de las islas del Arrecife Alacranes, Yucatán. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.* 11: 15-59.
- Castillo, S. 1984. Estudio preliminar de la vegetación de dunas costeras de Tabasco y Campeche. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 123 pp.
- Castillo, S., J. Popma y P. Moreno-Casasola. 1991. Coastal sand dune vegetation of Tabasco and Campeche, Mexico. *J. Veg. Science* 2: 73-88.
- Castillo, S. y P. Moreno-Casasola. 1996. Sand dune vegetation: an extreme case of species invasion. *J. of Coastal Cons.* 2: 13-22.
- Espejel, I. 1984. La vegetación de las dunas costeras de la Península de Yucatán. I. Análisis florístico del estado de Yucatán. *Biotica* 9(2): 183-210.
- Espejel, I. 1987. A phytogeographical analysis of coastal vegetation in the Yucatan Peninsula. *J. Biogeog.* 14: 499-519.

- Flores, J. S. 1983. Vegetación insular de la Península de Yucatán. Bol. Soc. Bot. de Mex. 45: 23-37.
- García, A. C. 1982. Análisis de la vegetación de las dunas estabilizadas de la región del Morro de la Mancha, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. pp. 70.
- García, T. 1987. Descripción de la vegetación de dunas costeras del sur de Tamaulipas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. pp. 55.
- González-Medrano, F. 1972. La vegetación del nordeste de Tamaulipas. Anales Inst. Biol. Universidad Nacional Autónoma de México, Ser. Bot. 43(1): 11-50.
- Martínez, M. L. 1994. Sobrevivencia y establecimiento de una colonizadora de dunas costeras: *Chamaecrista chamaecristoides*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Martínez, M. L., P. Moreno-Casasola y G. Vázquez. En prensa. Long-term effect of sand movement and inundation by water on tropical coastal sand dune vegetation. Canad. Journal Bot.
- Moreno-Casasola, P. 1988. Patterns of plant species distribution on coastal dunes along the Gulf of Mexico. J. Biogeogr. 15: 787-806.
- Moreno-Casasola, P. 1991. Sand dune studies on the eastern coast of Mexico. Proc. Canad. Symp. on Coastal Dunes. National Research Council, Guelph, Ontario, Canada. pp. 215-230.
- Moreno-Casasola, P., E. van der Maarel, S. Castillo, M. L. Huesca e I. Pisanty. 1982. Ecología de la vegetación de dunas costeras: Estructura y composición en el Morro de la Mancha, Ver. Biotica 7: 491-526.
- Moreno-Casasola, P. e I. Espejel. 1986. Classification and ordination of coastal dune vegetation along the Gulf and Caribbean Sea of Mexico. Vegetatio 66: 147-182.
- Moreno-Casasola, P. y S. Castillo. 1992. Dune ecology on the eastern coast of Mexico. En: Seeliger U. (ed.). Coastal plant communities of Latin America. Academic Press. Nueva York. pp. 309-321.
- Poggie, J. J. 1962. Coastal pioneer plants and habitat in the Tampico region, Mexico. Coastal Studies Institute, Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana. Techn. Rep. 17 A: 1-62.
- Puig, H. 1976. Végétation de la Huasteca, Mexique. Mission Archéologique et Ethnologique Française du Mexique. Collection d' Etudes Mésoaméricaines 5: 214-222.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Bot. Mex. 14: 3-21.
- Sauer, J. D. 1967. Geographic reconnaissance of the seashore vegetation along the Mexican Gulf coast. Coastal Studies Institute. Louisiana State University. Baton Rouge, Louisiana. Techn. Rep. 56. 59 pp.
- West, R. C., N. P. Psuty y B. G. Thom. 1969. The Tabasco lowlands of southeastern Mexico. Coastal Studies Institute. Louisiana State University. Baton Rouge, Louisiana. Techn. Rep. 70: 193 pp.
- Westhoff, V. y Maarel, E. van der. 1978. The Braun-Blanquet approach. In: Whittaker, R. H. (ed.). Classification of Plant Communities, ed. R. H. Whittaker, pp. 287-399. The Hague: Junk.

Aceptado para publicación en enero de 1998.

